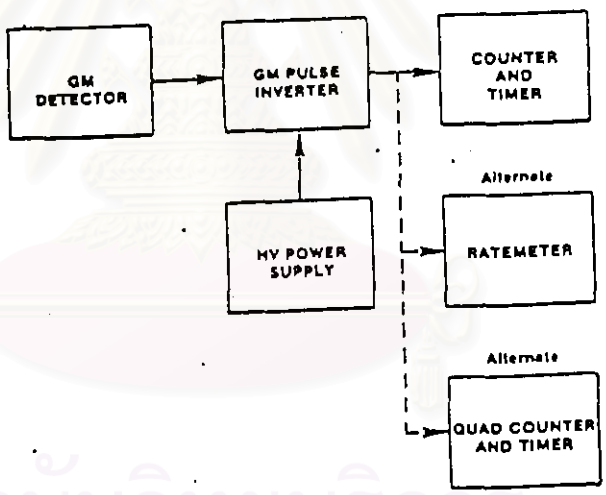
บทที่ 2

ทฤษฎี

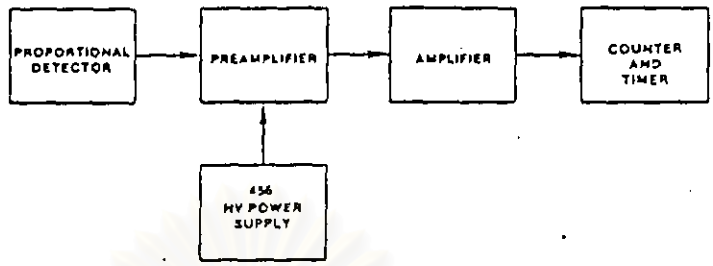
2.1 ระบบวัดนิวคลีออนิกส์ (Nucleonic measuring system)

ระบบวัดนิวคลีออนิกส์ คือ ระบบวัดสำหรับงานทางด้านนิวเคลียร์ที่ประกอบด้วยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มาจากคำว่า "นิวเคลียร์" และ "อิเล็กทรอนิกส์" อุปกรณ์วัดนิวคลีออนิกส์สามารถจัดแบ่งตามชนิดของรังสีหรืออนุภาคที่ทำการวัด การเลือกระบบตรวจวัดและหัววัดรังสี (Detector) ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดอนุภาคหรือรังสีที่จะทำการวัด รูปแบบของการวัดรังสี ความแรงรังสี ระดับพลังงานที่วัด และสมรรถนะของระบบตรวจวัดและหัววัดรังสีที่เหมาะสม

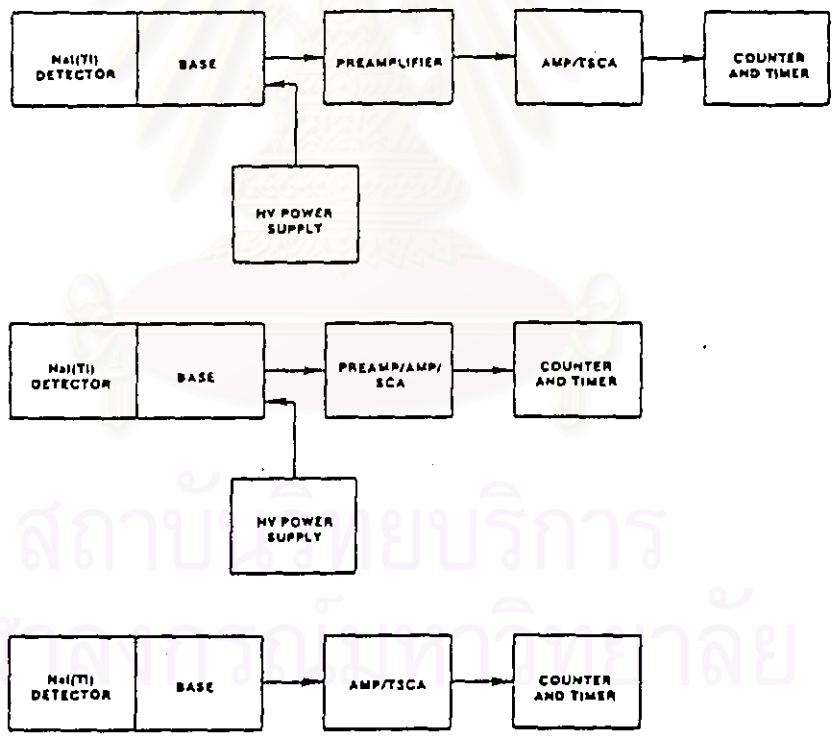


รูปที่ 2.1 หัววัดชนิดไกเกอร์ (Geiger –Mueller detector) และระบบวัด [5]

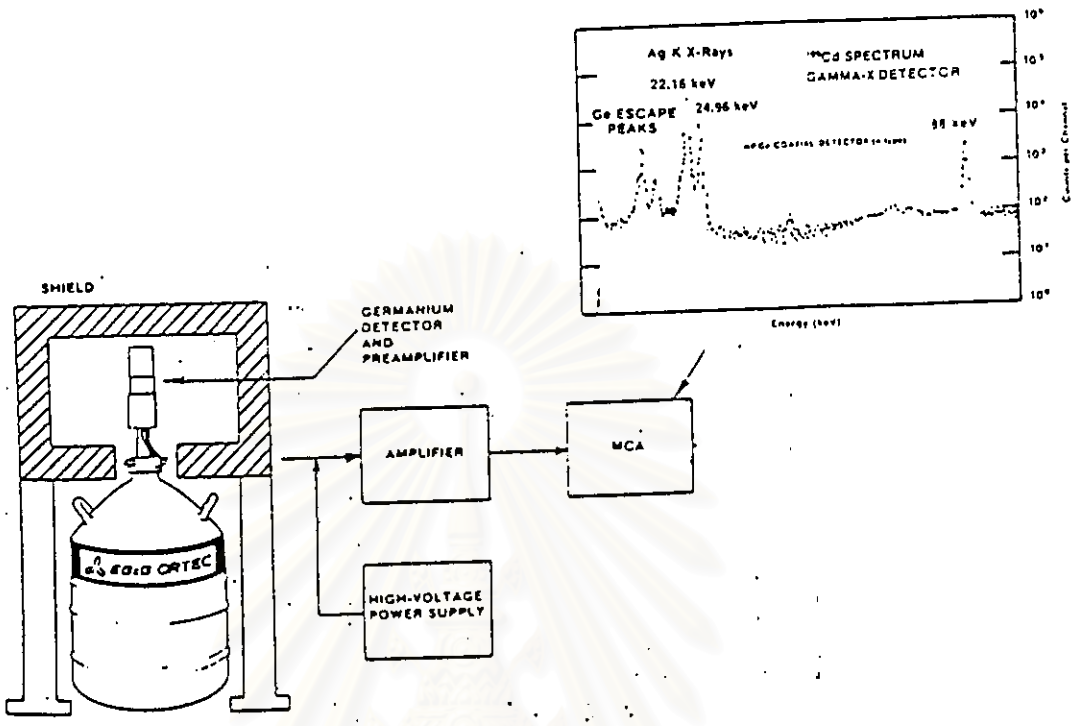
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.2 หัววัดชนิด พรอพอร์ชันนอล (Proportional detector) และระบบวัด [5]



รูปที่ 2.3 หัววัดชนิดซินทิลเลชัน (Scintillation detector) และระบบวัด



รูปที่ 2.4 หัววัดชนิดเซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductor detector) และระบบวัด [5]

2.2 ส่วนประกอบต่างๆของระบบวัดนิวคลีออนิกส์

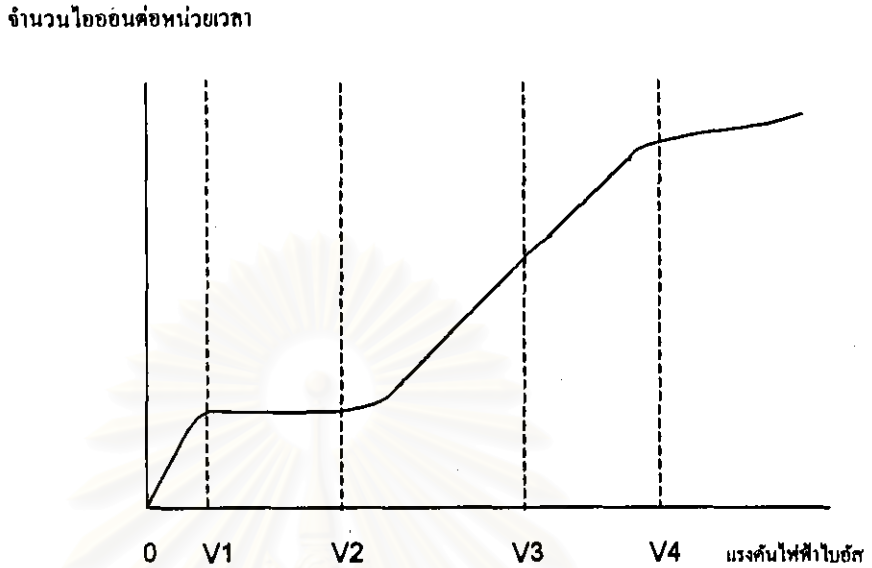
2.2.1 หัววัดรังสี

หัววัดรังสี เป็นอุปกรณ์ส่วนแรกของระบบ ทำหน้าที่แปลงพลังงานนิวเคลียร์เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่เหมาะกับระบบวัด สามารถแบ่งเป็นประเภทได้ ดังต่อไปนี้

(1) หัววัดรังสีประเภทบรรจุก๊าซ (Gas–filled detector)

หัววัดรังสีประเภทนี้มีหลักการทำงานคือ เมื่อรังสีหรืออนุภาคที่ถูกวัดทำอันตรกิริยากับก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในปริมาตรอันจำกัดของหัววัดและถูกไบอัสด้วยไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูง เป็นผลให้เกิดการไอออนไนซ์ (Ionizing) โดยไอออนบวกเคลื่อนที่ไปยังแคโทด(Cathode) และอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปยังแอโนด(Anode) จึงเป็นการเกิดสัญญาณพัลส์ขึ้น

คุณสมบัติของหัววัดรังสีประเภทบรรจุก๊าซ สามารถจัดได้ตามขนาดของช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ไบอัสดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ไบอัสและประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในหัววัด

จากรูปที่ 2.5 ช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ไบอัส 0-V1 ขนาดแรงดันไฟฟ้ามีค่าต่ำ สนามไฟฟ้ามีความเข้มต่ำอิเล็กตรอนและไอออนเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วต่ำ อัตราการรวมตัวกลับ (Recombination rate) จะลดลงจนถึงศูนย์ ประจุที่เกิดขึ้นโดยรังสีจะถูกกวาดเก็บหมด (V=V1) บริเวณนี้เรียกว่าบริเวณของการรวมตัวกลับ (Recombination region)

ช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ไบอัส V1-V2 การกวาดเก็บประจุค่อนข้างคงที่ แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ไบอัส เพราะอัตราการรวมตัวกลับเป็นศูนย์และไม่มีประจุใหม่เกิดขึ้น บริเวณนี้เรียกว่า บริเวณการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization region)

ช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ไบอัส V1-V2 เป็นช่วงสนามไฟฟ้ามีความเข้มสูง อิเล็กตรอนจากการแตกตัวของไอออนปฐมภูมิที่มีพลังงานเพียงพอจะทำให้เกิดการแตกตัวของไอออนทุติยภูมิทำให้มีการแตกตัวเป็นไอออนเพิ่มขึ้นเมื่อเกิดการชนกันเกิดการทวีปริมาณประจุ ความสูงของพัลส์เอาต์พุตจะแปรตรงกับกับพลังงานที่กระจายภายในหัววัด บริเวณนี้เรียกว่า บริเวณพรอพอร์ชันนอล (Proportional region)

ช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ไบอัส V2-V3 เป็นช่วงที่สนาม

ไฟฟ้ามีความเข้มสูงมาก เมื่อมี อิเล็กตรอนและไอออนเกิดขึ้นภายในหัววัดเพียงหนึ่งคู่ ก็ทำให้เกิดการอะวาลานช์ (Avalanche) สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จะมีขนาดโตและไม่ขึ้นกับชนิดของอนุภาค บริเวณนี้เรียกว่าบริเวณไกเกอร์-มีลเลอร์ (Geiger Muller)

ช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ไบอัส V3-V4เป็นช่วงที่แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ไบอัสสูงมาก การแตกตัวเป็นอิเล็กตรอนและไอออน 1 ครั้ง ทำให้เกิดการปล่อยประจุอย่างต่อเนื่องในก๊าซที่บรรจุอยู่ภายใน ทำให้หัววัดหมดสภาพการเป็นหัววัดรังสี

หัววัดรังสีประเภท Gas-filled ที่มีการใช้งานกันทั่วไปได้แก่ ไอออนไนซ์เซชันแชมเบอร์ (Ionization chambers) พรอพอร์ชันนอล (Gas proportional counters) ไกเกอร์-มีลเลอร์ (Geiger-Muller counters)

(2) หัววัดรังสีประเภทซินทิลเลชัน (Scintillation detector)

เมื่ออนุภาคนิวเคลียร์ตกกระทบกับวัสดุเรืองรังสีเช่น NaI(Tl) CsI(Tl) LiI(Eu) ทำให้เกิดการเรืองแสงส่งประกายแสงออกมา เมื่อนำหลอดทวีคูณแสง (Photomultiplier tube) มาแปลงพัลส์ของแสงไปเป็นสัญญาณพัลส์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ผลที่ได้คือสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับพลังงานที่ทำการวัดสามารถนำไปขยายและประมวลผลได้

การเกิดการเรืองรังสีแบ่งเป็น 2 ชนิด

- การเรืองรังสีจากกระบวนการไอออนไนเซชัน (Ionization) โดยอิเล็กตรอนที่แถบวาเลนซ์ถูกกระตุ้นให้ขึ้นไปอยู่ในแถบคอนดักชัน ด้วยพลังงานจากอนุภาคนิวเคลียร์ อิเล็กตรอนในแถบคอนดักชันและโฮลในแถบวาเลนซ์สามารถเคลื่อนที่อย่างอิสระในผลึกและเมื่อคู่อิเล็กตรอน-โฮลถูกจับด้วยแอกติเวเตอร์ (Activator) จะมีการเปลี่ยนสถานะจากเอ็กซ์ไซต์สเตท (Excited state) ไปสู่กราวนด์สเตท (Ground state) ซึ่งโฟตอนจะถูกปลดปล่อยออกมาในช่วงนี้
- การเรืองรังสีจากกระบวนการเอ็กซิเตชัน ทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน-โฮล และเมื่อคู่อิเล็กตรอน-โฮลถูกจับด้วยแอกติเวเตอร์ (Activator) จะมีการเปลี่ยนสถานะจากเอ็กซ์ไซต์สเตท (Excited state)ไปสู่กราวนด์สเตท (Ground state) ซึ่งโฟตอนจะถูกปลดปล่อยออกมา

(3) หัววัดรังสีประเภท สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor detector)

เมื่ออนุภาคหรือรังสีผ่านเข้าไปในสารกึ่งตัวนำที่มีไบอัสกลับทางคร่อมอยู่ จะทำให้เกิดไอออนไนซ์ในบริเวณแถบปลอดพาหะ (depletion region) เกิดคู่ของอิเล็กตรอน-โฮล สร้างเป็นสัญญาณพัลส์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำไปวัดและประมวลผลได้ สารกึ่งตัวนำที่นิยมใช้ทำหัววัดคือ ซิลิกอน (Si) และเจอร์มันเนียม (Ge) ข้อดีของหัววัดชนิดนี้คือ มีความเป็นเชิงเส้นในการวัดสูง มีประสิทธิภาพในการวัดที่ดี สัญญาณพัลส์ที่ได้จะมีความแปลี่ยนแปลงในขาขึ้นเร็ว (fast pulse rise time) ใช้ในสุญญากาศได้และไม่มีความไวต่อสนามแม่เหล็ก

หัววัดรังสีประเภทนี้ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ หัววัดรังสีเจอร์มันเนียม ความบริสุทธิ์สูง (High Purity Germanium Detector)

2.2.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์วัดนิวคลีออนิกส์

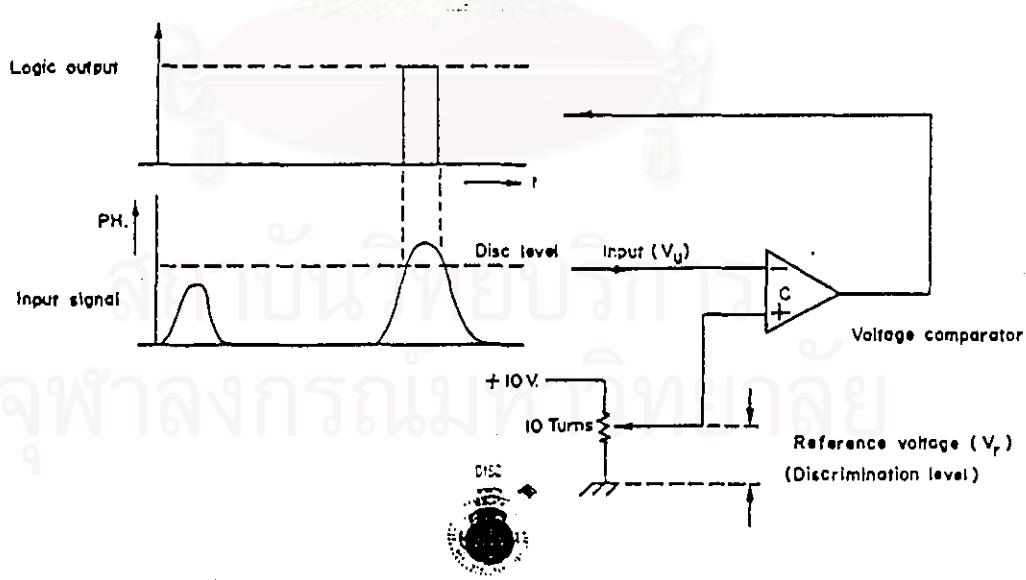
แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์วัดนิวคลีออนิกส์ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

(1) แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันต่ำ กระแสสูง สำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์วัดต่าง ๆ แรงดันไฟฟ้าจะอยู่ช่วง 5 – 30 โวลต์ พิกัดกระแส 0.5 – 50 แอมแปร์

(2) แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง แรงดันสูง กระแสต่ำ สำหรับจ่ายให้กับหัววัดรังสี แรงดันไฟฟ้าจะอยู่ในช่วง 50 – 5000 โวลต์ พิกัดกระแส 100 ไมโครแอมแปร์ – 10 มิลลิแอมแปร์ มีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ แรงดันที่จ่ายออกมาจะต้องปราศจากสัญญาณรบกวนและมีเสถียรภาพดี เพราะถ้านำมาใช้กับหัววัดรังสีบางชนิด เช่น หัววัดรังสีชนิดซินทิลเลชัน ซึ่งใช้หลอดทวีคูณแสงนั้น แรงดันที่ผิดพลาดเพียง 0.1 % ทำให้เอาท์พุทเปลี่ยนแปลงไปถึง 1 %

2.2.3 อินทิกรัลดิสคริมิเนเตอร์ (Integral discriminators)

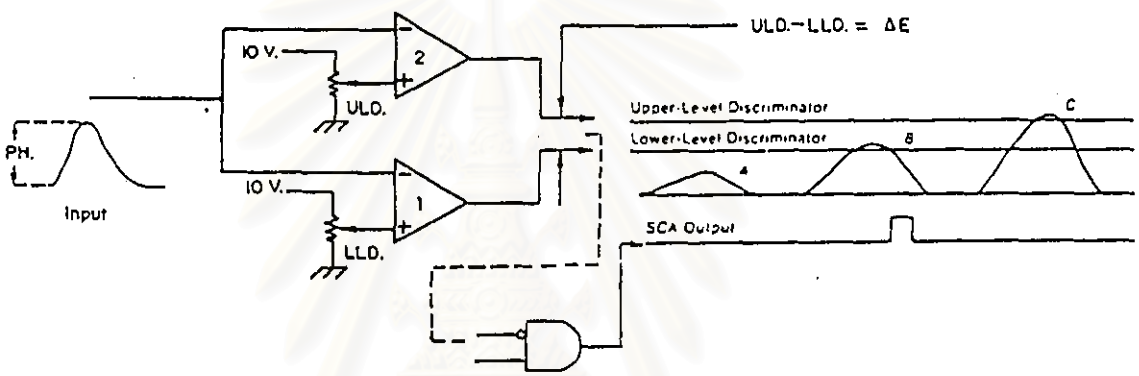
อินทิกรัลดิสคริมิเนเตอร์ เป็น ส่วนสำคัญของระบบวัดแบบอินทีกรัล ทำหน้าที่คัดแยกสัญญาณที่ต่ำกว่าระดับดิสคริมิเนเตอร์ (Discrimination level) ออก ส่วนระดับสัญญาณที่อยู่ในระดับดิสคริมิเนเตอร์หรือสูงกว่า จะถูกส่งไปยังวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable multivibrator) เพื่อแปลงเป็นสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างประมาณ 0.5 – 1 μS สำหรับส่งให้หน่วยนับและแสดงผล



รูปที่ 2.6 ผังการทำงานของอินทีกรัลดีสคริมิเนเตอร์ [5]

2.2.4 ดิฟเฟอเรนเชียล ดิสคริมิเนเตอร์ หรือ อุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว (Single channel analyzer : SCA)

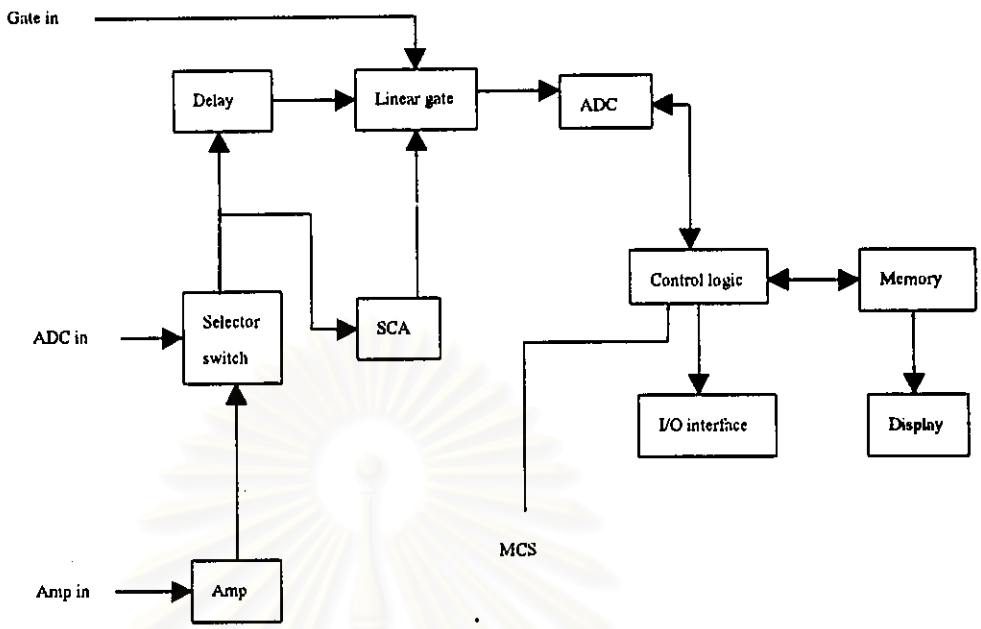
เป็นส่วนสำคัญของระบบนับแบบดิฟเฟอเรนเชียลชนิดช่องเดียวทำหน้าที่แยกระดับสัญญาณเฉพาะที่อยู่ในช่องพลังงาน (ΔE) เพื่อส่งไปยังวงจรโมโนสเตเบิลเพื่อแปลงเป็นสัญญาณพัลส์ตามจำนวนนับของสัญญาณที่อยู่ในช่องพลังงาน เนื่องจากสามารถกำหนดขนาดช่องพลังงานได้ จึงทำให้สามารถจำแนกความสูงของสัญญาณที่เกิดจากระดับพลังงานต่าง ๆ ตามขนาดสเกลของดิสคริมิเนเตอร์ได้



รูปที่ 2.7 ผังการทำงานของ ดิฟเฟอเรนเชียลดิสคริมิเนเตอร์ [5]

2.2.5 อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง (Mutichannel analyzer ; MCA)

MCA คือระบบวิเคราะห์แบบหลายช่อง ทำหน้าที่เปลี่ยนความสูงของพัลส์นิวเคลียร์เป็นรหัสไบนารีที่สอดคล้องกันและบันทึกจำนวนครั้งของอนุภาคนิวเคลียร์ที่มีระดับความสูงของพัลส์ต่างๆ ในแชนแนลแอดเดรสของหน่วยความจำ ข้อมูลที่บันทึกนี้จะถูกนำไปแสดงผลที่จอภาพ



รูปที่ 2.8 ผังการทำงานของ ระบบวัดแบบหลายช่อง [5]

2.2.6 วงจรขยายสัญญาณหลัก (Amplifiers)

วงจรขยายสัญญาณหลักประกอบด้วยวงจรย่อยดังนี้คือ วงจรปรับขั้วของสัญญาณ (Polarity inversion) ที่มีความต้านทานอินพุตประมาณ 1 kΩ วงจรขยายสัญญาณ วงจรแต่งรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุต และวงจรขับสัญญาณเอาต์พุตที่ให้สัญญาณในช่วง 0-10 โวลต์ แปรตามขนาดของสัญญาณอินพุต

2.2.7 วงจรขยายสัญญาณส่วนหน้า (Preamplifier)

วงจรขยายสัญญาณส่วนหน้า มีหน้าที่หลักคือ จัดการส่งผ่านสัญญาณในระดับที่เหมาะสมจากหัววัดไปยังระบบวัด สัญญาณที่ออกมาจากหัววัดจะมีระดับต่ำมาก จึงทำการขยายสัญญาณที่ได้นี้ด้วยวงจรขยายสัญญาณ ซึ่งมีอัตราขยายมากกว่า 1000 เท่าขึ้นไป และเพื่อให้มีการส่งผ่านสัญญาณเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการปรับรูปแบบการขยายสัญญาณ ของหัววัดให้เหมาะสมกับรูปแบบการขยายสัญญาณของวงจรขยายสัญญาณหลัก วงจรขยายสัญญาณส่วนหน้า ทำหน้าที่ปรับระดับอิมพีแดนซ์ระหว่างหัววัดกับวงจรขยายสัญญาณหลักด้วย วงจรขยายสัญญาณส่วนหน้าจำเป็นต้องอยู่ใกล้กับหัววัดมากที่สุด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบวัดได้

2.2.8 สเกลเลอร์ (Scaler)

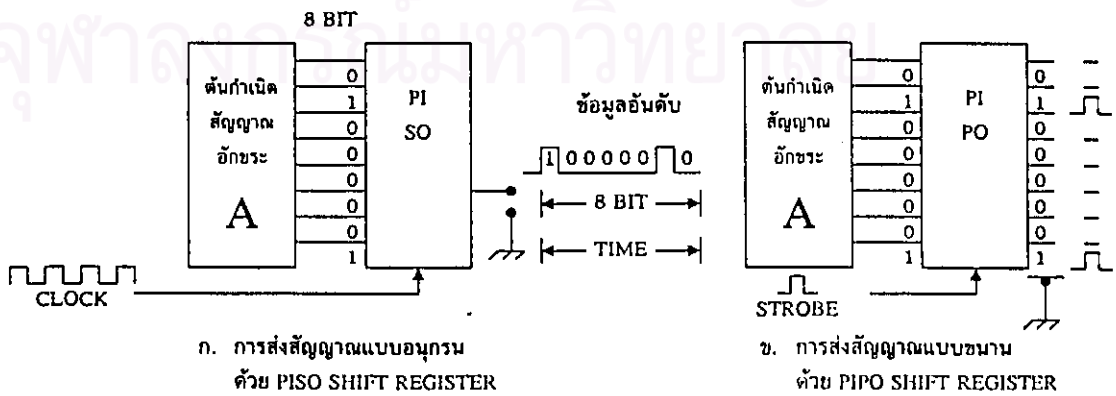
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการนับและแสดงผลสำหรับระบบวัดนิวคลีออนิกส์ โดยสัญญาณอินพุตของสเกลเลอร์จะต้องอยู่ในอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล ได้แก่ สัญญาณเอาต์พุตจากอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียวหรืออินทิกรัล ดิสคริมิเนเตอร์ โดยสเกลเลอร์จะทำหน้าที่นับจำนวนสัญญาณพัลส์ที่ผ่านเข้ามาแล้วนำไปแสดงผลในรูปตัวเลขบนหน้าปัทม์

2.2.9 เรตมิเตอร์ (Ratemeter)

ในการแสดงผลของสัญญาณพัลส์เอาต์พุตที่ได้จากระบบวัดนิวคลีออนิกส์นั้น นอกจากจะใช้สเกลเลอร์แล้วยังมีเรตมิเตอร์ซึ่งใช้การวัดค่าเฉลี่ยในรูปอัตรานับต่อหน่วยเวลาเป็นปริมาณทางไฟฟ้าแล้วแสดงผลบนหน้าปัทม์ในรูปแบบตัวเลขหรือเข็ม ถ้าค่าอัตรานับต่อหน่วยเวลามีจำนวนมาก เรตมิเตอร์จะให้เอาต์พุตเป็นปริมาณทางไฟฟ้าที่มีค่าสูงและถ้าค่าอัตรานับต่อหน่วยเวลามีจำนวนน้อยเรตมิเตอร์ จะให้เอาต์พุตเป็นปริมาณทางไฟฟ้าที่มีค่าต่ำ เอาต์พุตของเรตมิเตอร์ปกติจะอยู่ในช่วง 0-100 มิลลิโวลต์

2.3 การสื่อสารสัญญาณข้อมูลเชิงตัวเลขระหว่างเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิคส์กับอุปกรณ์พ่วง

การสื่อสารสัญญาณข้อมูลเชิงตัวเลขระหว่างเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิคส์กับอุปกรณ์พ่วง (Pheripherals) ในระยะใกล้ รวมทั้งการสื่อสารในระบบคอมพิวเตอร์กายในเครือข่ายบริเวณใกล้ ๆ (Local Area Network; LAN) จะใช้การส่งสัญญาณ (Data Transmission) ผ่านสายเคเบิล ทั้งในแบบสัญญาณข้อมูลอนุกรม (Serial Data) และสัญญาณของข้อมูลแบบขนาน (Parallel Data) เช่น การส่งรหัสแอสกี (ASCII) ของตัวอักขระ "A" ซึ่งแทนด้วยรหัสไบนารี "01000001" จำนวน 8 บิต สามารถส่งข้อมูลจากต้นกำเนิดสัญญาณอย่างง่าย ๆ ด้วยการเลื่อนข้อมูลบนวงจรรีจิสเตอร์ (Shift Register , SR) ใน 2 ลักษณะ ดังในรูปที่ 2.9ก. และ 2.9ข.



ก. การส่งสัญญาณแบบอนุกรม ด้วย PISO SHIFT REGISTER

ข. การส่งสัญญาณแบบขนาน ด้วย PIPO SHIFT REGISTER

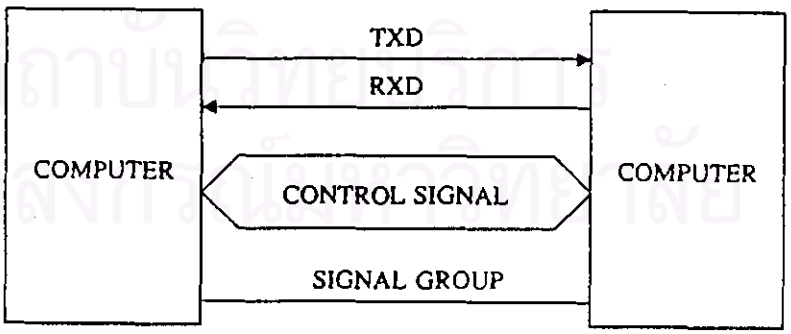
รูปที่ 2.9 แสดงหลักการส่งสัญญาณข้อมูลเชิงตัวเลขเบื้องต้น

รูปที่ 2.9ก. เป็นการส่งข้อมูลจากแหล่งกำเนิดสัญญาณแบบอนุกรมผ่านริจิสเตอร์ชนิดข้อมูลทางเข้าขนานและข้อมูลทางออกอนุกรม (PISO) ข้อมูลทางออกไปยังปลายทางต้องการสายส่งสัญญาณเพียง 2 เส้น แต่จะใช้เวลาเป็น 8 เท่าของการส่งข้อมูล 1 บิต ในขณะที่การส่งข้อมูลแบบขนานในรูปที่ 2.9ข. ข้อมูลจากแหล่งกำเนิดแบบขนาน ผ่านรีจิสเตอร์ชนิดข้อมูลทางเข้าและออกแบบขนาน จะเห็นว่าข้อมูลทางออกไปยังปลายทางต้องการสายถึง 9 เส้น แต่ใช้เวลาส่งสัญญาณต่ออักขระเท่ากับการส่ง 1 บิตของแบบอนุกรม การที่จะส่งข้อมูลแบบใดขึ้นอยู่กับการจัดระบบให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ

อย่างไรก็ตามเพื่อให้การส่งและรับสัญญาณข้อมูลในระบบต่าง ๆ มีมาตรฐานเดียวกัน คณะกรรมการควบคุมมาตรฐานการส่งข้อมูลนานาชาติจึงได้มีการตกลงกำหนดมาตรฐานการส่งข้อมูลในแบบอนุกรมไว้ดังนี้

.การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

มาตรฐานการส่งข้อมูลแบบอนุกรม กำเนิดขึ้นโดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ EIA (Electronic Industries Association)[6] ในระยะแรกได้กำหนดมาตรฐานการส่งข้อมูลอันดับมาตรฐาน EIA (8) และต่อมาได้พัฒนาเป็นมาตรฐาน RS (Recommended Standard) ได้แก่ RS-449, RS-442 และ RS-232 ฯลฯ แต่ที่ใช้กันมาก คือมาตรฐาน RS-232C การส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้สามารถส่งได้ในรูปแบบของการส่งข้อมูลสวนทางกัน (Full Duplex) ดังในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การส่งข้อมูลแบบ RS-232 ในลักษณะ Full Duplex

(1) การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส (Synchronous)

เป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์อื่น ๆ หรือคอมพิวเตอร์ด้วยกัน โดยผู้ใช้งานต้องการอัตราการส่ง สูง ต้องการความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล จำเป็นต้องการตรวจสอบการเข้าจังหวะรับส่งและความผิดพลาดของข้อมูล ดังนั้นชุดสัญญาณบนสายส่งสัญญาณ (Bus) จึงประกอบด้วย

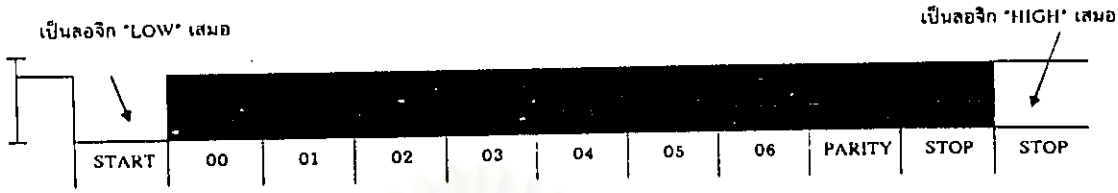
1. Signal Ground (GND) เป็นสายกราวนด์ของสัญญาณต้นทางและปลายทาง
2. Transmitted (Tx) เป็นสายส่งข้อมูลสัญญาณเข้า
3. Received (Rx) เป็นสายรับข้อมูลสัญญาณเข้า
4. Request to Send (RTS) เป็นสายส่งสถานะสัญญาณความต้องการส่งข้อมูลไปปลายทาง
5. Clear to Send (CTS) เป็นสายรับสถานะสัญญาณตอบรับข้อมูลจากปลายทาง
7. Data Terminal Ready (DTR) เป็นสายแสดงสถานะ การรับข้อมูลปลายทางแต่ละชุดข้อมูล
8. Data Carrier Detection (DCD) เป็นสายแสดงสถานะ การรับข้อมูลที่ส่งมาได้แล้ว

เนื่องจากการสื่อสารข้อมูลอนุกรมด้วยวิธีสื่นเปลืองจำนวนหลายเส้น จึงไม่เหมาะกับการรับส่ง สัญญาณระยะไกล

(2) การรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

การส่งข้อมูลเชิงตัวเลขในอัตราสูงโดยไม่ต้องการความแม่นยำสูง จะส่งสัญญาณแบบอะซิงโครนัส โดยใช้สายสัญญาณข้อมูลเท่านั้น ไม่ต้องการชุดสายควบคุมข้อมูลอนุกรมแบบ ซิงโครนัส โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งจะมีลักษณะเป็นบล็อกหรือเฟรม ซึ่งแต่ละบล็อกประกอบด้วย บิตเริ่มต้น (Start Bit) ส่วนของบิตข้อมูลและบิตสุดท้ายคือ บิตสิ้นสุดข้อมูล (Stop Bit) โดยบิตเริ่มต้น จะแสดงถึงการเริ่มต้นของกลุ่มข้อมูล แล้วตามด้วยส่วนของกลุ่มข้อมูล และบางกรณีอาจจะมีการเพิ่ม บิตพาริตี้ (Parity) เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลสุดท้ายจะเป็นบิตสิ้นสุดข้อมูลเป็น 1 ชุดข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 2.11 รูปแบบของบิตที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส ขณะที่ยังไม่ทำการส่งข้อมูลสัญญาณในสายจะมีค่าเป็นลอจิก "HIGH" หรือเรียกว่า "Marking State" การเริ่มต้นของการส่งข้อมูลเริ่มจากสัญญาณ "HIGH" ของ Marking State เปลี่ยนเป็นลอจิก "LOW" ขนาด 1 บิต สถานะที่เปลี่ยนจากลอจิก "HIGH" มาเป็นลอจิก

"LOW" เรียกว่าบิตเริ่มต้น (Start Bit) หลังจากบิตเริ่มต้นแล้วบิตข้อมูลจะถูกส่งตามมา เริ่มด้วยบิตที่มีนับสำคัญต่ำสุด (Least Singificant Bit)



รูปที่ 2.11 รูปแบบของบิตที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส

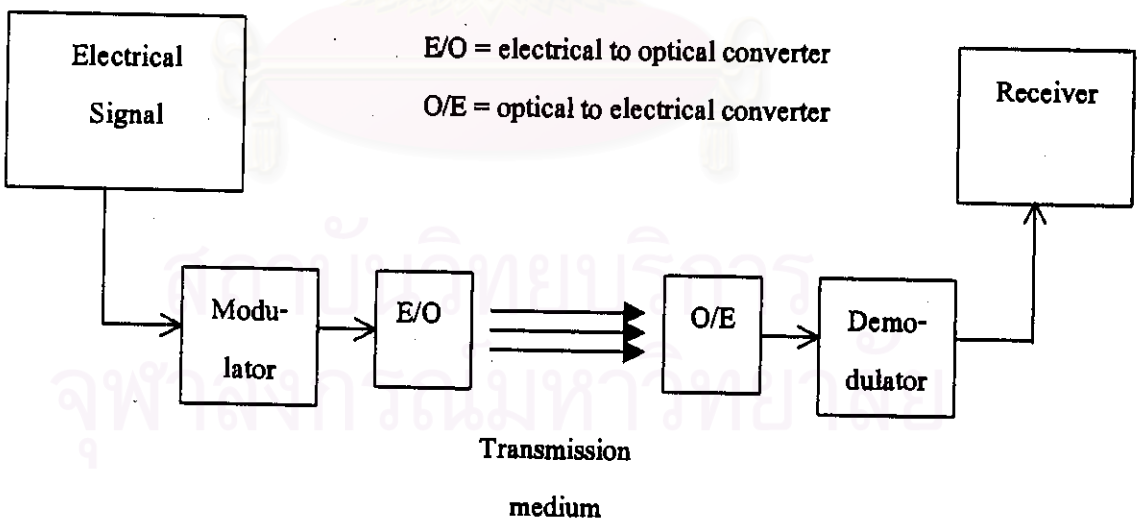
ซึ่งจำนวนของบิตข้อมูลเป็น 5, 6, 7 หรือ 8 บิต ขึ้นอยู่กับระบบ แต่ที่นิยมใช้คือ 7 หรือ 8 บิต หลังจากบิตข้อมูลถูกส่งออกมาครบแล้วจะตามด้วย "บิตพาริตี้" (Parity Bit) บิตพาริตี้จะช่วยในการตรวจสอบว่าบิตข้อมูลที่อุปกรณ์ปลายทางรับเข้ามานั้น เกิดความผิดพลาดขึ้นหรือไม่ โดยอุปกรณ์ปลายทางจะนำเอาบิตข้อมูลทั้งหมดมารวมกันเพื่อตรวจค่าที่ได้ว่าตรงกับบิตพาริตี้ที่รับเข้ามาหรือไม่ ถ้าค่าที่ได้ตรงกันแสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามาถูกต้อง แต่ถ้าค่าที่ได้ไม่ตรงกับบิตพาริตี้ หมายถึง บิตข้อมูลที่รับเข้ามาเกิดความผิดพลาด ผู้ใช้สามารถกำหนดบิตพาริตี้ให้มีลักษณะเป็นบิตคู่ (Even) บิตคี่ (Odd) หรือไม่สนใจ (Non) ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการในระบบ หลังจากตรวจบิดข้อมูลและพาริตี้แล้ว สัญญาณในสายจะถูกเปลี่ยนให้กลับมาสู่ลอจิก "HIGH" สถาวะนี้อย่างน้อยที่สุดต้องมีขนาด 1 บิต เพื่อกำหนดการสิ้นสุดของการส่งอักขระบิดสุดท้ายนี้ต้องมี ลอจิกเป็น "HIGH" เสมอ เรียกบิดนี้ว่า บิดสิ้นสุด (Stop Bit)

1	Input	Data Carrier detect (DCD)
2	Input	Receive Data (RX)
3	Output	Transmit Data (TX)
4	Output	Data Terminal Ready (DTR)
5	GND	Signal Ground
6	Input	Data Set Ready (DSR)
7	Output	Request To Send (RTS)
8	Input	Clear To Send (CTS)
9	Input	Ring Indicator (RI)

รูปที่ 2.12 แสดงการกำหนดขาหัวต่อสายสัญญาณ RS232-C

2.4 การสื่อสารโดยใช้แสง

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมาก กล่าวคือสูงถึงหลัก 10^{14} Hz ในขณะที่คลื่นพาห์สูงสุดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันอยู่ในหลัก 10^{10} Hz เท่านั้น การที่คลื่นพาห์สูงขึ้นจะทำให้มีโอกาสที่จะได้แบนด์วิดท์ (Band width) ในการส่งสัญญาณกว้างขึ้น ซึ่งก็เท่ากับสามารถเพิ่มปริมาณของข่าวสารที่จะส่งในช่วงเวลาที่เท่ากัน เนื่องจากความถี่ที่สูงขนาดความถี่แสงนี้เป็นความถี่ที่สูงมาก และสูงเกินกว่าที่วงจรอิเล็กทรอนิกส์จะติดตามการเปลี่ยนแปลงได้ทัน เพราะฉะนั้นในระบบส่งและรับสัญญาณจึงอาศัยการเปลี่ยนความเข้มของแสงเป็นส่วนใหญ่ โดยด้านส่งจะมีอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณแสง และทางด้านรับจะมีอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนสัญญาณทางแสงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.13 สำหรับตัวกลางที่อยู่ระหว่างอุปกรณ์ทางด้านส่งและอุปกรณ์ทางด้านรับนั้นอาจจะเป็นบรรยากาศธรรมดาหรือสายออปติคอลไฟเบอร์ (optical fiber) หรือใช้ระบบเลนส์ก็ได้ อย่างไรก็ตามตัวกลางที่ใช้ในการนำแสงได้ดีเยี่ยมคือสายออปติคอลไฟเบอร์ซึ่งมีลักษณะพิเศษมากมาย อันดับรองลงมาก็คือ การส่งผ่านบรรยากาศซึ่งมีลักษณะพิเศษ คือ เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และมีราคาถูก ความยาวคลื่นของแสงที่นำมาใช้ในงานสื่อสาร มีความยาวคลื่นยาวกว่าแสงที่สามารถมองเห็นได้ คือ อยู่ในช่วงอินฟราเรด (infrared) และความยาวคลื่นที่ถูกนำมาใช้ในระบบจริง ๆคือความยาวคลื่นประมาณ 0.85ไมโครเมตร ซึ่งเป็นแสงในช่วงอินฟราเรดที่ไม่สามารถมองเห็นได้



รูปที่ 2.13 ระบบการสื่อสารโดยใช้แสง

แหล่งกำเนิดแสงและอุปกรณ์รับแสง (Optical light source and optical detector)

แหล่งกำเนิดแสงและอุปกรณ์รับแสง นับว่าเป็นอุปกรณ์หลักในระบบการสื่อสารโดยใช้แสงและความสามารถของอุปกรณ์ทั้งสองนี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับความสามารถของระบบ ในเรื่องนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติที่จำเป็นและชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน

(1) แหล่งกำเนิดแสง

แหล่งกำเนิดแสงในระบบการสื่อสารโดยใช้แสงจะทำหน้าที่เหมือนเครื่องกำเนิดสัญญาณคลื่นพาห์ในระบบสื่อสารโดยทั่วไป และเนื่องจากวิธีการส่งที่เชื่อถือได้ที่สุดคือการส่งแบบผ่านสายออปติคอลไฟเบอร์ ฉะนั้นเงื่อนไขที่จำเป็นของแหล่งกำเนิดแสงส่วนหนึ่งจึงถูกกำหนดจากคุณสมบัติของสายออปติคอลไฟเบอร์ด้วย เงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับแหล่งกำเนิดแสงมีดังนี้คือ

- ความยาวคลื่นของแสงที่กำเนิด แสงที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสงจะต้องมีความยาวคลื่นที่สามารถส่งผ่านไปในอากาศได้ดีเพราะมีผลต่อความเพี้ยนของสัญญาณที่ได้ทางด้านรับ

- ความเชื่อถือได้สูง แหล่งกำเนิดแสงจะต้องมีความเชื่อถือได้สูงกล่าวคือมีอายุใช้งานยาวโดยเฉพาะเมื่อคำนึงถึงการใช้กับระบบโทรศัพท์ที่มีการใช้แหล่งกำเนิดแสงอยู่หลาย ๆ จุดในสายเดียวกัน (เครื่องทวนสัญญาณทุกแห่งจะต้องมีแหล่งกำเนิดแสง) แหล่งกำเนิดแสงควรจะมีอายุใช้งานเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 1 ล้านชั่วโมงหรือมากกว่า 100 ปีการที่ต้องการอายุใช้งานเฉลี่ยยาวถึงขนาดนี้ก็เป็นเพราะว่าถ้าในระบบมีการใช้แหล่งกำเนิดแสงอยู่ 10 จุด และเมื่อจุดใดจุดหนึ่งเกิดใช้งานไม่ได้ก็จะทำให้ระบบรวมใช้งานไม่ได้ เมื่อเป็นเช่นนี้โอกาสที่ระบบจะใช้งานไม่ได้ก็จะลดลงเป็น 1/10 ของอายุเฉลี่ยของแหล่งกำเนิดแสงนั้น นั้นคือลดลงเหลือเพียง 10 ปีเท่านั้น ดังนั้นอายุใช้งานเฉลี่ยของแหล่งกำเนิดแสงจึงควรจะยาวที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

- กำลังแสง (optical output) เมื่อคำนึงถึงการออกแบบระบบ ซึ่งจะต้องสูญเสียไปในสายออปติคอลไฟเบอร์หรือตัวกลางอื่นๆ และความไวของอุปกรณ์รับแสงมีจำกัด กำลังแสงที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสงจะต้องมีขนาดสูงเพียงพอ โดยทั่วไปมักจะต้องการกำลังแสงที่สูงกว่า 1 มิลลิวัตต์ขึ้นไป

- ประสิทธิภาพของแหล่งกำเนิดแสงคือ อัตราร้อยละของกำลังแสงที่ได้เมื่อเปรียบกับกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไป ถ้าประสิทธิภาพนี้ยิ่งสูงยิ่งดี ถ้าประสิทธิภาพต่ำจะมีปัญหาในการป้อนกำลังไฟฟ้าให้แก่ระบบ ปัจจุบันประสิทธิภาพที่ทำได้มีค่าประมาณ 10 %

นอกจากนี้แล้วเงื่อนไขที่จะทำให้ความสามารถของระบบสูงและการใช้งานสะดวกมีดังนี้คือ

- แสงที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสง ควรมีแถบยาวคลื่นที่แคบมาก เพื่อให้

สามารถส่งผ่านสายออปติคอลไฟเบอร์และตัวกลางอื่นๆได้ดีโดยมีการผิดเพี้ยนของรูปสัญญาณน้อย

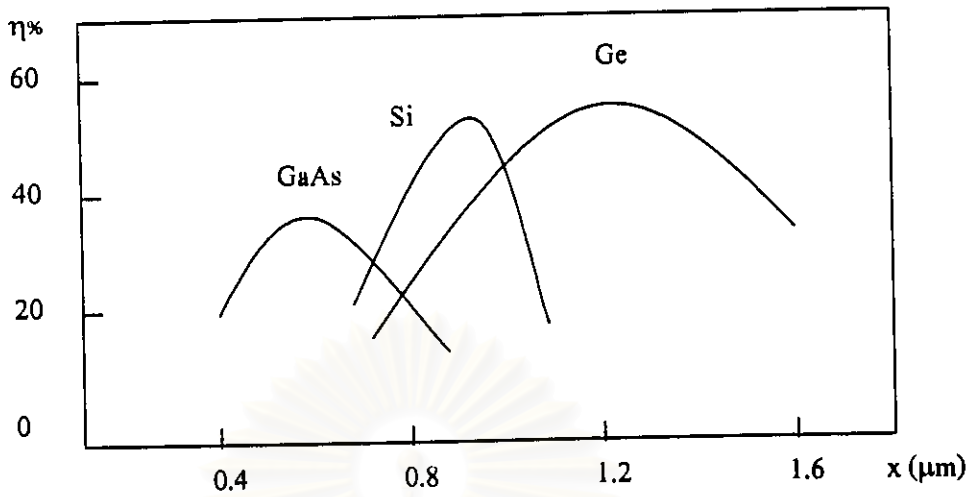
- สามารถทำการมอดูเลตได้โดยง่าย การมอดูเลตสัญญาณข่าวสารเข้ากับสัญญาณแสงจะต้องทำได้โดยไม่มีปัญหาอะไรยุ่งยาก
- ขนาดเล็กและน้ำหนักเบา เมื่อคำนึงถึงการใช้งานในระบบจริง ๆ ขนาดเล็กและน้ำหนักเบาย่อมจะได้เปรียบกว่า
- ราคาถูก ราคาของอุปกรณ์ควรจะถูกกว่าระบบที่ใช้งานอยู่ก่อนแล้ว

แหล่งกำเนิดแสงที่มีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขดังกล่าวข้างต้น คือแหล่งกำเนิดแสงแบบสารกึ่งตัวนำ ซึ่งเป็นการนำเอาสารประกอบกึ่งตัวนำ (compound semiconductor) ชนิดต่าง ๆ มาจัดให้อยู่ในโครงสร้างที่เหมาะสมที่สามารถทำให้กำเนิดแสงออกมา โดยการกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้า แหล่งกำเนิดแสงแบบสารกึ่งตัวนำมีอยู่ 2 ชนิด ซึ่งมีโครงสร้างแตกต่างกันคือ ไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode ย่อว่า LED) และเลเซอร์ไดโอด (Laser Diode ย่อว่า LD) สำหรับชนิดของสารประกอบกึ่งตัวนำที่ใช้นั้นจะเปลี่ยนไปตามความยาวคลื่นของแสงที่ต้องการสำหรับการสื่อสารโดยใช้แสงนั้น GaAlAs (Galium Aluminium Arsenide) เป็นสารประกอบกึ่งตัวนำชนิดแรกที่นำมาใช้ แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้สารประกอบกึ่งตัวนำชนิดนี้จะให้แสงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 0.8 ไมโครเมตรได้ดีที่สุด แหล่งกำเนิดแสงแบบ LED เมื่อเปรียบเทียบกับแบบ LD แล้วแบบ LED จะมีโครงสร้างที่ง่ายกว่าทำให้ประดิษฐ์ได้ง่ายกว่าและราคาก็ถูกกว่า แต่การตอบสนองต่อความถี่สูงจะสู้แบบ LD ไม่ได้ และแถบความยาวคลื่นของแสงที่เปล่งออกมาจะกว้างกว่าจึงทำให้ความสามารถในการส่งข่าวต่ำกว่าแบบ LD ดังนั้น LED จึงมักใช้ในระบบที่ไม่ต้องการความสามารถสูงนัก ส่วน LD จะใช้ในระบบที่ต้องการความสามารถสูงเช่นในระบบโทรศัพท์ เป็นต้น

(2) อุปกรณ์รับแสง

อุปกรณ์รับแสงเป็นอุปกรณ์ที่แปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่งในระบบการสื่อสารโดยใช้แสง เงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับอุปกรณ์รับแสงจะมีดังนี้ คือ ต้องมีความไวสูงในช่วงความยาวคลื่นของแสงที่ใช้งาน ต้องสามารถตอบสนองความถี่สูงได้ คือตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณแสงได้อย่างรวดเร็ว ระดับสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นต้องมีค่าต่ำ อุปกรณ์รับแสงโดยทั่วไปขณะที่แปลงสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้ามักจะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นพร้อมกันไปเสมอ อุปกรณ์รับแสงที่ดีจะต้องมีระดับสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นนี้ต่ำและต้องมีคุณสมบัติไม่เปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขภายนอก

เงื่อนไขที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ นับว่าเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นสำหรับอุปกรณ์รับแสงทั้งสิ้นและอุปกรณ์รับแสงที่มีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขเหล่านี้ เท่าที่พบในปัจจุบันก็คืออุปกรณ์รับแสงที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ



รูปที่ 2.14 ประสิทธิภาพทางควันตัมของสารกึ่งตัวนำชนิดต่าง ๆ [7]

รูปที่ 2.14 แสดงประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำชนิดต่าง ๆ ประสิทธิภาพที่แสดงไว้ในรูปเป็นประสิทธิภาพทางควันตัม ซึ่งหมายถึงอัตราของการเกิดโฟโตอิเลคตรอน (photo electron) ของสารกึ่งตัวนำชนิดนั้น ๆ จากรูปจะเห็นได้ว่า Si (silicon) และ GaAs (galium arsenide) จะมีประสิทธิภาพสูงความยาวคลื่นบริเวณ 0.8 ไมโครเมตรสำหรับความยาวคลื่นที่สูงกว่า 0.9 ไมโครเมตรขึ้นไปนั้น Ge (germanium) จะใช้ได้ดีกว่า

อุปกรณ์รับแสงแบบสารกึ่งตัวนำที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบ ด้วยกัน คือ แบบโฟโตไดโอด (photodiode; PD) และแบบอะวาลานช์โฟโตไดโอต (Avalanche photo diode; APD) แบบ PD เป็นแบบที่มีโครงสร้างง่ายกว่า สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นน้อยกว่า แต่ความไว้และการตอบสนองความถี่สู้แบบ APD ไม่ได้ เพราะฉะนั้นในระบบที่ต้องการความสามารถสูงจะใช้ APD ส่วนในระบบที่ส่งแถบความถี่ไม่กว้างนักและระยะทางที่ส่งสัญญาณไม่ยาวนัก PD ก็จะใช้งานได้ดี

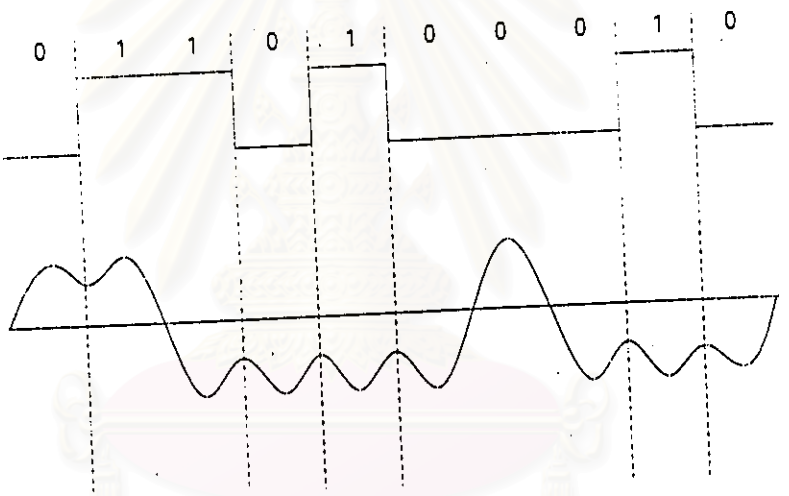
2.5 การรับส่งข้อมูลดิจิตอลในระบบ FSK (Frequency shift keying)

การที่จะนำข้อมูลดิจิตอลไปผสมกับพาหะ (Carrier) จำเป็นจะต้องแปลงข้อมูลนั้นให้เป็นสัญญาณอะนาลอก เพราะในสัญญาณดิจิตอลโดยพื้นฐานเกิดจากคลื่นรูปไซน์และฮาร์โมนิกส์ (Harmonics) ซึ่งบางส่วนของสัญญาณจะถูกตัดทิ้งไป เนื่องจากข้อจำกัดทาง Band width ของการมอดูเลต FSK เป็นรูปแบบหนึ่งของการแปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอะนาลอก โดยการ

กำหนดความถี่ 2 ความถี่ที่แตกต่างกันสำหรับแทนสถาวะลอจิก (Logic) "0" และ "1" เพื่อให้สามารถนำไปมอดูเลตกับพาหะได้ สำหรับการรับส่งข้อมูลดิจิตอลด้วยความเร็ว 1200 บิตต่อวินาที ตามมาตรฐาน Bell 202 [6] กำหนดให้สัญญาณ "มาร์ค" (Mark) หรือ "1" แทนด้วยความถี่ 1,200 Hz และสัญญาณ "สเปซ" (Space) หรือ "0" แทนด้วยความถี่ 2,200 Hz การแปลงสัญญาณดิจิตอลให้อยู่ในรูปของ FSK แบ่งได้ 2 แบบ คือ

2.5.1 Non - Coherent FSK

สัญญาณดิจิตอลที่รับเข้ามาจะถูกใช้เป็นตัวเลือกในการเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุในวงจรออสซิลเลเตอร์ ถ้าเป็นลอจิก "0" วงจรอิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ จะเลือกตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุต่ำ ทำให้ออสซิลเลเตอร์กำเนิดความถี่สูง ถ้าเป็นลอจิก "1" วงจรอิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ จะเลือกตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุสูง ทำให้ออสซิลเลเตอร์กำเนิดความถี่ต่ำรูปคลื่นที่ได้จากวงจร FSK แบบ Non – coherent FSK นี้ เฟสของสัญญาณที่ได้จะไม่ต่อเนื่องกัน

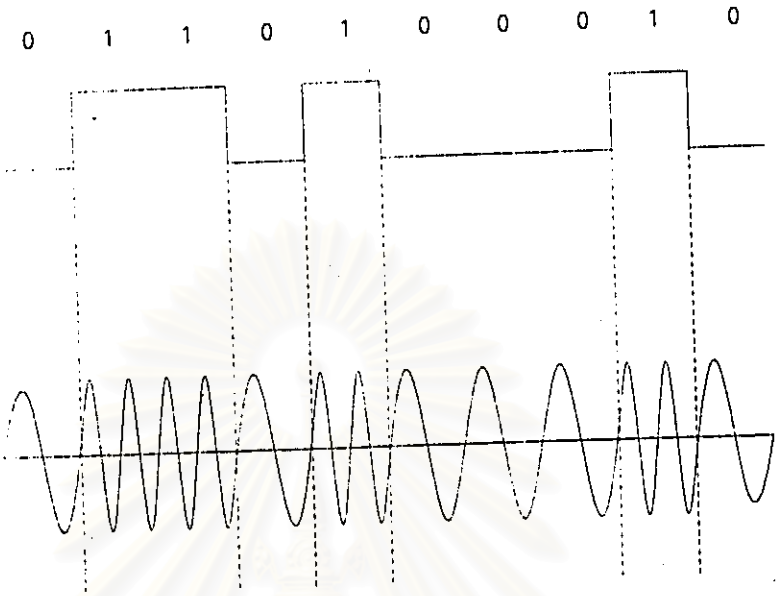


รูปที่ 2.15 รูปคลื่นที่ได้จาก Non – coherent FSK

2.5.2 Phase coherent FSK หรือ CPFSK

สัญญาณดิจิตอลที่รับเข้ามาจะถูกส่งไปยังวงจรหารความถี่ สัญญาณดิจิตอลนี้จะเป็นตัวกำหนดสัดส่วนการหารความถี่ ถ้าเป็นลอจิก "0" วงจรหารความถี่ จะเลือกหารความถี่ด้วยตัวหารที่มีค่าเท่ากับ X1 ความถี่ที่ได้จากวงจร จะมีค่าความถี่สูง ถ้าเป็นลอจิก "1" วงจรหารความถี่จะเลือกหารความถี่ด้วยตัวหารที่มีค่าเท่ากับ X2 ความถี่ที่ได้จากวงจรหาร จะมีค่าความถี่ต่ำ จากเงื่อนไขข้างต้น ตัวหาร X1 < X2 รูปคลื่นที่ได้จากวงจร FSK แบบ Phase coherent FSK จะมีลักษณะเฟสต่อเนื่องกัน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

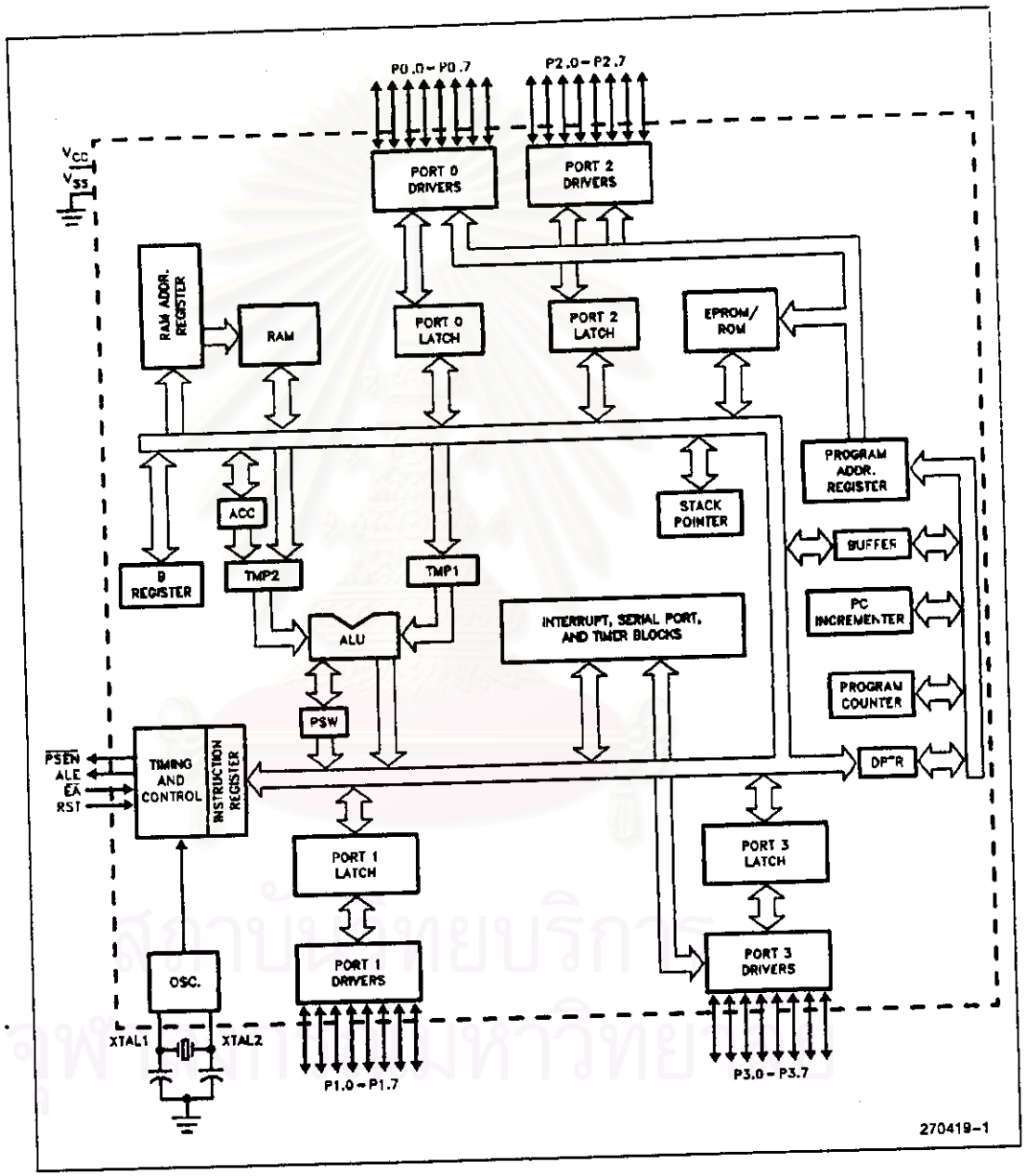


รูปที่ 2.16 รูปคลื่นที่ได้จาก Phase coherent FSK

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6 ไมโครคอนโทรเลอร์ 8031

8031 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว ซึ่งอยู่ในตระกูล MCS-51 ลักษณะโครงสร้างของ 8031 แสดงในรูปที่ 2.17 ซึ่งสถาปัตยกรรมของ 8031 สร้างขึ้นด้วย HMOS



รูปที่ 2.17 โครงสร้างของ 8031

2.6.1 ลักษณะของ 8031

(1) เป็น CPU แบบ 8 บิท

(2) มีวงจรออสซิลเลเตอร์และ CLOCK อยู่ในตัว

(3) มีขาสัญญาณเข้าและออก (I/O) 32 ขา

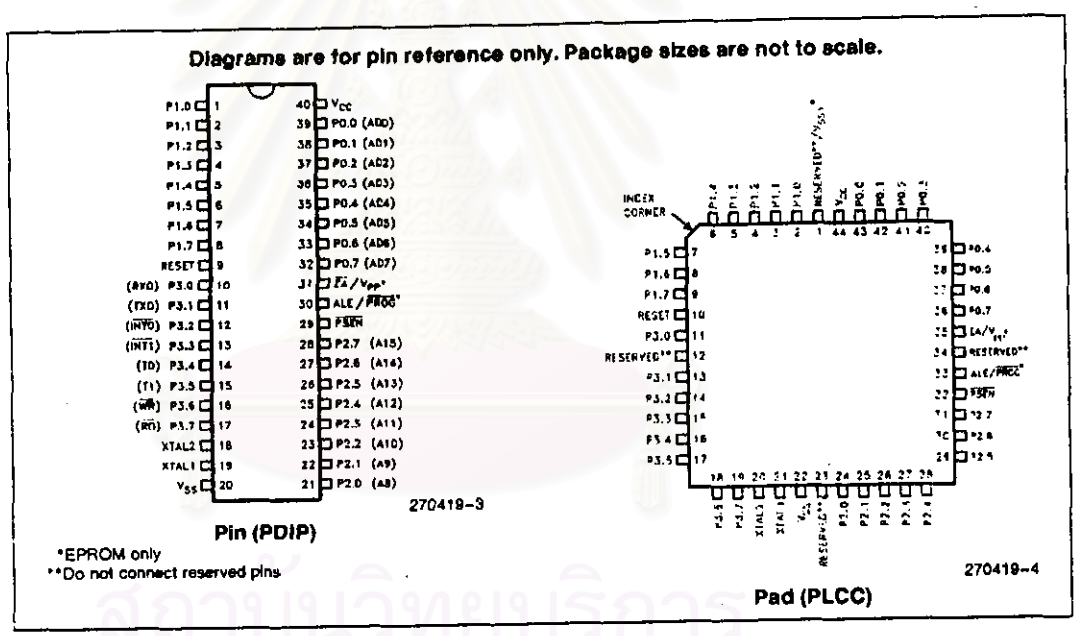
(4) แยกหน่วยความจำของข้อมูลได้ 64K และหน่วยความจำของโปรแกรมอีก64K

(5) มี TIMER และ COUNTER แบบ 16 บิท ถึง 2 ตัว

(6) สัญญาณอินเตอร์รัพท์ 6 แหล่ง 5 VECTOR ซึ่งแบ่งลำดับความสำคัญออกเป็น 2 ระดับ

(7) การทำงานแบบ FULL DUPLEX ในขณะส่งข้อมูลแบบอนุกรม

(8) มีการประมวลผลแบบบูลีน (AND, OR, XOR) ฯลฯ



รูปที่ 2.18 ลักษณะของ 8031

2.6.2 การจัดหน่วยความจำของ 8031

8031 แบ่งหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลอย่างละ 64K และยังมีหน่วยความจำประเภทแรมอีก 128 ไบท์ ซึ่งอยู่ในตัวของ 8031 และบน 8031 ยังประกอบด้วยรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่พิเศษ (SPECIAL FUNCTION REGISTOR) ซึ่งแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่พิเศษ

SYMBOL	NAME	ADDRESS
* ACC	ACCUMULATRO	0E0H
* B	B REGISTOR	0F0H
* PSW	PROGRAM STATUS WORD	0D0H
SP	STACK POINTER	81H
DPTR	DATA POINTER (CONSIST OF DPH,DPL)	83H
DPL		82H
* P0	PORT 0	80H
* P1	PORT 1	90H
* P2	PORT 2	0A0H
* P3	PORT 3	0B0H
* IP	INTERUPT PIORITY CONTROL	0B8H
* IE	INTERUPT ENABLE CONTROL	0A8H
TMOD	TIMER/COUNTER MODE CONTROL	89H
+*T2CON	TIMER/COUNTER CONTROL	0C8H
TCON	TIMER/COUNTER 2 CONTROL	88H
TH0	TIMER0 (HIGH BYTE)	8CH
TL0	TIMER0 (LOW BYTE)	8AH
TH1	TIMER1 (HIGH BYTE)	8DH
TL1	TIMER1 (LOW BYTE)	8BH
+ TH2	TIMER2 (HIGH BYTE)	0CDH
+ TL2	TIMER2 (LOW BYTE)	0CCH
+ RCAP2H	TIMER/COUNTER2 CAPTURE (HI)	0CBH
+ RCAP2L	TIMER/COUNTER2 CAPTURE REG (LO)	0CAH
* SCON	SERIAL CONTROL	98H
SBUF	SERIAL DATA BUFER	99H
PCON	POWER CONTROL	87H

หมายเหตุ

* สามารถเข้าถึงได้ โดยการอ่านแอดเดรสแบบไบท์ และแบบบิท คือสามารถจะเข้าถึงบิทใดบิทหนึ่งใน SFRs ได้โดยตรง

+ มีอยู่ใน 8032/8052 เท่านั้น

2.6.3 พอร์ตอนุกรม

พอร์ตอนุกรมเป็น FULL DUPLEX ที่สามารถรับข้อมูลใน BYTE ที่สองได้โดยที่ BYTE แรกยังไม่ถูกอ่านออกไปจาก BUFFER แต่อย่างไรก็ตามข้อมูล BYTE แรกจะต้องถูกอ่านไปก่อนที่การรับข้อมูลใน BYTE ที่สองจะเสร็จสมบูรณ์มิฉะนั้นข้อมูล BYTE แรกสูญเสียไป (ถูกทับด้วยข้อมูลที่ตามมา) ข้อมูลที่จะใช้ในการส่งและการรับจะถูกพักไว้ ณ ที่เดียวกันคือ SBUF การเขียนข้อมูลไปที่ SBUF จะเป็นการโหลดข้อมูลให้กับ TRANSMIT REGISTOR และการอ่าน SBUF จะเป็นการอ่านข้อมูลจาก RECEIVER REGISTOR พอร์ตอนุกรมแบ่งการทำงานออกเป็น 4 โหมด

โหมด 0 : ข้อมูลจะเข้ามาทาง RXD ส่วนข้อมูลทางออกจะออกทาง TXD ความเร็วในการส่ง (BAUD RATE) จะถูกกำหนดตายตัวเป็น 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ของระบบ ในโหมด 0 จะเป็นการส่งข้อมูลขนาด 8 บิท (โดย LSB ออกไปก่อน)

โหมด 1 : ส่งและรับข้อมูลขนาด 10 บิท ซึ่งประกอบด้วย START BIT (0) , ข้อมูล 8 บิท (LSB ออกก่อน), STOP BIT ในขณะรับข้อมูล STOP BIT จะถูกส่งให้ RB8 ในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ SCON ความเร็วในการส่งไม่กำหนดตายตัว (ดูการหา BAUD RATE)

โหมด 2 : ส่งและรับข้อมูลขนาด 11 บิท ประกอบด้วย START BIT (0), ข้อมูล 8 บิท (LSB ก่อน), ข้อมูลบิทที่ 9 ที่สามารถโปรแกรมได้ และอีก 1 STOP BIT บิทที่ 9 ของข้อมูลสามารถ SET เป็น 0 หรือ 1 ก็ได้ประโยชน์อาจใช้เป็นตัวส่งพาริตี้บิทโดยนำค่าของแฟลก P ใน PSW มาไว้ใน TB8 และในขณะทำการรับข้อมูลบิทที่ 9 ของข้อมูลจะถูกโหลดเข้าไปที่ RB8 ของ SCON ความเร็วในการส่งจะถูกโปรแกรมเป็น 1/32 หรือ 1/64 ของออสซิลเลเตอร์

โหมด 3 : การทำงานเหมือนกับโหมด 2 เพียงแต่ความเร็วในการส่งไม่กำหนดตายตัว

การทำงานทั้ง 4 โหมด ทางด้านส่งจะเริ่มการส่งขึ้นก็ต่อเมื่อ SBUF ถูกใช้เป็นปลายทางของคำสั่งต่างๆ เช่น MOV SBUF,A ในทางด้านรับการรับจะเริ่มก็ต่อเมื่อ RI = 0 และ REN = 1 ในโหมด 0 ส่วนโหมดอื่นๆ การรับข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อมี START BIT เข้ามา และ REN = 1

เมื่อใช้ TIMER 1 เป็นตัวกำเนิด BAUD RATE ความเร็วจะขึ้นอยู่กับ OVERFLOW RATE และค่าที่อยู่ใน SMOD ความเร็วคำนวณได้จากสูตร

MODE 1, 3 BAUD RATE = $(2^{SOMD}/32)$ X (TIMER I OVERFLOW RATE)

ในการใช้ TIMER 1 เป็นตัวกำเนิดความเร็วในการส่งข้อมูลนี้จะต้องไม่ยอมให้มีการอินเตอร์รัพท์ของ TIMER 1 วิธีการใช้ TIMER 1 เป็นตัวกำเนิดความเร็วนี้โดยทั่วไปเราจะเซ็ทให้ TIMER 1 / COUNTER เป็น TIMER และอยู่ในโหมด 2 ซึ่ง TIMER ในโหมด 2 นี้ทำ AUTO-RELOAD ได้ (เซ็ทไบท์สูงของ TMOD = 0010B) ในกรณีนี้ความเร็วจะคำนวณ ได้จากสูตร

MODE 1, 3 BAUD RATE = $(2^{SMOD}/32)$ X (OSCILLATOR FREQUENCY / 12 X [256 - (TH1)])

โดยที่ค่า TH1 จะเป็นค่าในช่อง RELOAD ของตารางที่ 2.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 การใช้ TIMER 1 กำเนิดบอดเรต

BAUD RATE	f(OSC)	SMOD	C/T	MODE	TIMER 1 RELOAD VALUE
MODE 0 MAX : 1MHZ	12MHZ	X	X	X	X
MODE 2 MAX : 375K	12MHZ	1	X	X	X
MODE 1,3 : 62.5K	12MHZ	1	0	2	FFH
19.2K	11.059MHZ	1	0	2	FDH
9.6K	11.059MHZ	0	0	2	FDH
4.8K	11.059MHZ	0	0	2	FAH
2.4K	11.059MHZ	0	0	2	F4H
1.2K	11.059MHZ	0	0	2	E8H
137.5	11.059MHZ	0	0	2	1DH
110	6MHZ	0	0	2	72H
110	12MHZ	0	0	1	FEEBH

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย